

Implicações ortopédicas da obesidade na idade pediátrica

Orthopaedic implications of obesity in the pediatric age

João Filipe Rodrigues Figueiredo

Aluno do Mestrado integrado em Medicina da Universidade do Porto

Rua António Costa Viseu, nº 48, 3º EF; 4435-104 Rio Tinto

Joao_figueiredo3@hotmail.com

Implicações ortopédicas da obesidade na idade pediátrica

Resumo

Introdução: A obesidade constitui um grave problema de saúde pública. A sua prevalência tem vindo a aumentar rapidamente nos últimos anos e muitas são as consequências do excesso de peso e obesidade, que podem envolver praticamente todos os órgãos ou sistemas. As variadas complicações ortopédicas derivadas da obesidade e do excesso de peso podem afetar todos os grupos etários, no entanto, algumas consequências são exclusivas de crianças – desde pequenas diferenças músculo-esqueléticas de significado desconhecido, até grandes anomalias como epifisiólise femoral proximal (EFP) e doença de Blount. A obesidade traduz-se numa maior sobrecarga do sistema músculo-esquelético, podendo produzir alterações anatómicas e por sua vez conduzir à dor e ao desconforto, traduzindo-se numa menor aptidão para a prática de exercício físico e, como consequência, maior ganho de peso. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre as implicações ortopédicas da obesidade no sistema músculo-esquelético em crescimento.

Materiais e Métodos: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica no pubmed referente aos últimos 15 anos utilizando as palavras “ortopedia e obesidade pediátrica” e “pediatric obesity and orthopaedic”.

Resultados: Dos 63 artigos encontrados na pesquisa, foi realizada uma leitura de todos os *abstracts* tendo sido selecionados os que continham informação mais relevante acerca do tema.

Discussão: Verificou-se que as complicações ortopédicas se podem dividir em complicações menor, de significado desconhecido, e em complicações major, como fraturas, EFP e Doença de Blount.

Conclusão: A obesidade constitui um grave problema de saúde pública e exerce um forte impacto negativo no desenvolvimento do sistema músculo-esquelético da criança.

Palavras-chave: Obesidade pediátrica; Ortopedia.

Orthopaedic implications of obesity in the pediatric age

Abstract

Introduction: Obesity is a serious public health problem. Its prevalence has been increasing rapidly in recent years and many are the consequences of overweight and obesity that may involve almost all organs and systems. The various orthopaedic complications derived from obesity and overweight can affect all age groups however some consequences are exclusive of children, ranging from minor musculoskeletal differences of unknown significance to large anomalies such as slipped capital femoral epiphysis (SCFE) and Blount's disease. Obesity translates into greater overload the musculoskeletal system and may produce anatomical changes and in turn lead to pain and discomfort, resulting in a lesser capacity for physical exercise and, consequently, greater weight gain.

The objective of this study was to conduct a literature review on the orthopedic implications of obesity on the musculoskeletal system growth.

Materials and Methods: A literature search using the words "orthopedics and pediatric obesity" was held on pubmed regarding the last 15 years,.

Results: Of the 63 articles found in the search, readings of all abstracts were performed and were selected containing the most relevant information of the topic.

Discussion: It was noted that the orthopedic complications can be divided into minor complications, of unknown significance, and major complications such as fractures, slipped capital femoral epiphysis (SCFE) and Blount's disease.

Conclusions: Obesity is a serious public health problem and has a strong negative impact on the development of the musculoskeletal system of the children.

Keywords: Pediatric obesity; Orthopedics.

Introdução

A obesidade é hoje considerada uma epidemia, causando graves problemas de saúde pública e contribuindo para 2,6 milhões de mortes/ano no mundo. O crescente número de crianças obesas e com sobrepeso constitui um grave problema de saúde pública (1). Na idade pediátrica, sobrepeso corresponde a um índice de massa corporal (IMC) entre os percentis 85 e 94,9 e obesidade ao percentil do $IMC \geq 95$, atendendo à idade e ao sexo (2-4).

Nos adultos, as consequências da obesidade estão bem identificadas (5). Já nas crianças, o impacto da obesidade na função global e no desenvolvimento ainda não está exaustivamente estudado (6).

Atualmente, 17% das crianças e adolescentes são obesos (7) e, 15%, apresentam excesso de peso (8). A prevalência da obesidade tem aumentado rapidamente nos últimos anos, tornando-se uma preocupação global para a saúde (6, 9-11). Nas crianças com idade entre 6-11 anos, a prevalência de obesidade duplicou de 5% para 11% e na faixa etária dos 12-17 anos, a prevalência de obesidade mais do que duplicou para os rapazes (5% a 13%) e quase duplicou para raparigas (5% a 9%) (9, 11), tornando a idade pediátrica o subgrupo de população em que a prevalência de obesidade mais cresceu (7, 10). Este aumento foi mais significativo entre os afro-americanos e indivíduos hispânicos (3). Em Portugal verificou-se que dos 7 aos 9,5 anos, o excesso de peso observado foi de 9,5% e 10,8% e a obesidade foi de 5,1% e 6,2%, para os sexos masculino e feminino, respectivamente (12). Nos Estados Unidos, as crianças obesas e com excesso de peso já atingem os 37% da população pediátrica (13).

Quarenta por cento das crianças com excesso de peso vão continuar a ter aumento de peso durante a adolescência e 75-80% dos adolescentes obesos manter-se-ão obesos na idade adulta. Uma criança com um IMC elevado tem um alto risco de apresentar excesso de peso ou obesidade ao fim de 35 anos de vida e este risco aumenta com a idade (11).

Muitas são as consequências do excesso de peso e obesidade, que podem envolver quase todos os órgãos ou sistemas (11, 14). Os adolescentes obesos registaram aumento da morbilidade (15), das taxas de maturação precoce,

anormalidades ortopédicas no crescimento, problemas cardiovasculares, diabetes mellitus, apneia obstrutiva do sono, hipertensão arterial (6), esteatose e síndrome do ovário policístico, colocando este grupo etário numa situação de risco para a saúde a longo prazo. Foi sugerido que, no século 21, as crianças obesas podem falecer antes dos seus pais, devido à diminuição da esperança média de vida (16, 17).

O impacto da obesidade sobre o sistema músculo-esquelético em crescimento não está totalmente compreendido (6). As complicações ortopédicas do excesso de peso são, em grande parte, de natureza mecânica (11) e ocorrem devido ao stress e à tensão sobre ossos, cartilagens e articulações, que não foram concebidos para transportar o excesso de peso (6, 18). Mais recentemente, foi demonstrado que a obesidade afeta o sistema músculo-esquelético como um todo, interferindo no normal funcionamento do indivíduo (6). Nos adultos pode ocorrer artrose (19), um declínio na capacidade física (20), pior prognóstico após cirurgia ortopédica (21) e dor músculo-esquelética. Apesar da partilha de algumas destas complicações, algumas são, porém, exclusivas para as crianças e adolescentes e vão desde alterações músculo-esqueléticas de significado indeterminado, até anomalias relevantes como epifisiólise femoral proximal e a doença de Blount (6, 18, 21).

Objetivo: realizar uma revisão bibliográfica sobre as implicações ortopédicas da obesidade no sistema músculo-esquelético em crescimento.

Material e métodos

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica no pubmed referente aos últimos 15 anos utilizando as palavras “ortopedia e obesidade pediátrica” e “pediatric obesity and orthopaedic”.

Resultados

Dos 63 artigos encontrados na pesquisa, foi realizada uma leitura de todos os *abstracts*. Tendo sido selecionados os que continham informação mais relevante acerca do tema.

Alterações sem significado patológico evidente

Força muscular, mobilidade e equilíbrio

O aumento da massa corporal que se observa em crianças obesas leva a que elas adquiram determinadas adaptações específicas para conseguirem mover o excesso de peso nas atividades do seu dia-a-dia.

Investigou-se, em crianças pré-púberes obesas e não obesas, os efeitos da obesidade relativamente à sua força e potência. Na execução de testes de resistência absoluta do membro superior, nomeadamente o ato de puxar e empurrar, as crianças obesas mostraram possuir uma força significativamente maior do que os seus pares não obesos (22). Já no funcionamento do membro inferior, ao nível do desempenho no salto em comprimento, salto vertical, corrida, subir escadas e ciclismo, eles apresentam-se em desvantagem (22, 23). Quando são feitas adaptações para o peso corporal de adolescentes obesos verifica-se menor força extensora do joelho e flexora do cotovelo (23). Afigura-se, portanto, que a obesidade é caracterizada pela diminuição relativa da força muscular.

A estabilidade, o equilíbrio postural e o desempenho dos movimentos finos, foram documentados como possíveis problemas para os obesos (14, 24-26). A obesidade parece ter impacto reduzido sobre o controlo do equilíbrio estático em condições normais, mas em situações difíceis ou inesperadas pode prejudicar o desempenho e resultar numa maior oscilação postural (27), presumivelmente por alteração do contacto articular necessário para estabilizar o corpo (28).

Alinhamento dos membros inferiores e alterações na postura e na marcha

Investigou-se a relação entre peso corporal e anteversão femoral. A média do ângulo de anteversão femoral de crianças obesas foi significativamente menor do que o de crianças de peso normal, indicando que, na ausência de outras deformidades rotacionais, crianças obesas exibem uma rotação lateral do membro inferior. Ainda não é claro se estes sinais têm significado clínico mas foram encontrados ângulos de joelho valgo significativamente maiores em crianças com sobrepeso (6, 14, 29) e, levantaram a hipótese de que a combinação de um ligeiro desalinhamento com o excesso de peso possa

resultar numa menor apetência para realização de atividades desportivas, perpetuando assim o aumento de peso ao longo do tempo (14). O reconhecimento precoce da deformidade em valgo do joelho pode permitir a correção e restauração da normal biomecânica dos membros inferiores.

Encontrou-se uma maior frequência de alterações posturais como hiperlordose lombar, joelho valgo e joelho recurvado no grupo de obesos do que no grupo controle. Verificou-se que deformidades do joelho em valgo podem predispor a anormalidades cinéticas na articulação do joelho bem como ao aumento da abdução da anca. O significado clínico destas alterações na coluna e na estrutura dos membros inferiores continua a ser especulativo (29). Sabe-se, contudo, que as crianças obesas têm uma tendência para evitar o apoio de perna individual e uma tendência para o apoio duplo (30).

Parece claro que a obesidade produz alterações nos padrões normais da marcha. As crianças obesas exibem desvios da marcha devido ao tamanho das suas coxas. Estas adaptações acabam por resultar na sobrecarga mecânica do compartimento medial, no aumento da rotação e no balancear do joelho (31).

Estrutura do pé

Verificou-se que, existem alterações antropométricas, relacionadas com a maior largura, altura e volume do tornozelo, pé e dedos (32). Curiosamente, não houve diferenças significativas entre o comprimento dos pés das crianças obesas e não obesas. Não está claro, ainda, se as maiores dimensões do pé em obesos são representativas de um alargamento ósseo do pé, secundário a uma maior massa corporal, ou simplesmente a um aumento das dimensões dos tecidos moles devido a uma maior massa gorda, ou uma combinação de ambos. Desconhece-se ainda se o aumento do contacto do médio-pé em crianças obesas representa um aumento do risco de ferimento, uma distorção relativa da marcha por causa do aumento da adiposidade, ou um colapso "verdadeiro" do arco longitudinal medial (28).

É provável que as maiores dimensões do pé se traduzam numa maior dificuldade na obtenção de calçado confortável, o que, por sua vez poderá trazer aumento da incidência de dor (33). É ainda especulativo se, as mudanças antropométricas registadas na obesidade infantil irão evoluir para se

tornarem sintomáticas e, por sua vez, dificultar a participação na atividade física (28).

Artrite

Embora seja incomum nas crianças, o desenvolvimento de artrite tem sido tradicionalmente associado com a obesidade (34, 35) e quando esta perdura na vida adulta pode levar ao desenvolvimento de osteoartrite, particularmente ao nível do joelho (36, 37). Existem outros fatores de risco, para além da obesidade, envolvidos no desenvolvimento de osteoartrite nomeadamente o alinhamento articular, lesão anterior e a fraqueza muscular. Nos obesos, o mau alinhamento articular juntamente com o excesso de massa provocam um aumento do stress articular com posterior detioração da articulação.

Harms et al. encontrou uma forte correlação entre IMC elevado e próteses totais, especialmente em adultos jovens, sugerindo que o IMC elevado impõe um maior risco de artrose, especialmente no joelho e anca, mas, curiosamente, não nos tornozelos (38).

Grandes alterações com significado patológico evidente:

Fraturas

Sabe-se que o excesso de IMC é um fator de risco independente para a ocorrência de fraturas na infância (14, 39-41), ao contrário dos adultos, nos quais a obesidade revela ter alguns efeitos protetores nomeadamente pelo aumento da densidade mineral óssea (42). O aumento de peso tem sido associado com um aumento de 1,7 vezes no risco de fratura, em especial nas fraturas decorrentes de mecanismos de baixa energia (43).

Embora as crianças com sobrepeso tenham uma maior densidade mineral óssea (9), a prevalência de fraturas foi significativamente maior do que nos casos de crianças e adolescentes de peso normal (14), pois esse aumento não é suficiente para superar as forças significativamente maiores que são geradas quando uma criança obesa cai (44).

O aumento da massa corporal pode aumentar o impacto durante a queda, diminuir a resposta protetora e o equilíbrio e até alterar o padrão de marcha

contribuindo tudo isto para o aumento do risco de queda e fratura durante as atividades diárias (6, 25, 43).

Uma vez que a redução da atividade física contribui para a obesidade e diminui a deposição mineral óssea, o risco de fraturas em crianças vai aumentar significativamente sendo por isso importante a promoção do exercício na adolescência (6).

Por razões ainda mal compreendidas, sabe-se que, em comparação com crianças de peso normal, as crianças obesas têm maior suscetibilidade de lesão dos membros (45-49), verificando-se maior percentagens de fraturas ao nível do membro inferior. Quando as apresentam, resultado de trauma contundentes, elas são também mais graves pois verifica-se uma maior distribuição de energia e força para os membros inferiores (45, 47, 48).

Quando a lesão se verifica ao nível do membro superior, há um maior risco de fratura do côndilo lateral do úmero, as quais são muitas vezes lesões mais graves em comparação com crianças não obesas (50).

Crianças obesas apresentam uma maior taxa de intervenções cirúrgicas ortopédicas por fraturas dos membros, utilizando-se menos vezes o tratamento conservador (46).

Dor músculo-esquelética

A dor músculo-esquelética é uma queixa bastante comum na clínica pediátrica (6). A prevalência de dor músculo-esquelética foi significativamente maior em indivíduos com excesso de peso (5, 14, 29, 51), sendo a prevalência de dor no joelho quase três vezes maior do que nos jovens não obesos (5). Os locais mais frequentes de dor músculo-esquelética em obesos variam consoante os estudos mas foram mencionadas a dor de costas (51), membros inferiores (29) e joelhos (14) como os locais mais frequentemente atingidos. As crianças obesas apresentam, para além da elevada carga mecânica, alterações biomecânicas resultantes de um mecanismo de compensação para o excesso de peso, podendo resultar no desalinhamento das articulações e consequentemente levar ao aumento da incidência da dor (6).

Problemas na coluna

Durante muitas décadas, acreditou-se que a dor lombar era um problema relativamente raro entre as crianças e os adolescentes, mas estudos recentes têm relatado uma prevalência de 26-54% nas crianças em idade escolar , apesar de este valor subir para 85% na população adulta (52). Vários fatores têm sido descritos como fatores de risco para o desenvolvimento de dor lombar nas crianças e, entre eles, destaca-se a obesidade e sedentarismo (53). Estudos epidemiológicos mostraram uma estatística positiva entre peso e dor lombar (54). Apesar da falta de informação sobre como a obesidade afeta o estado funcional da coluna (28), observou-se que as crianças que apresentam excesso de peso ou obesidade não conseguem aumentar o seu conteúdo mineral ósseo proporcionalmente ao seu excessivo peso (55).

Epifisiólise Femoral Proximal (EFP)

A EFP é uma alteração anatômica em que o colo femoral se desvia anterior e superiormente em relação à cabeça, verificando-se uma rotação lateral e um encurtamento do membro inferior, como consequência de uma lesão por deslizamento na placa epifisária. É um distúrbio que normalmente ocorre em adolescentes entre 12 e 15 anos de idade, sendo a média da idade de início mais tardia para o sexo masculino (56, 57). A EFP é uma das principais causas de incapacidade funcional nos jovens (56) e normalmente ocorre durante o surto de crescimento (6). Um estudo epidemiológico recente descreveu-o como sendo o distúrbio da anca mais comum nos adolescentes nos Estados Unidos e nos países ocidentais (6, 56).

Murray e Wilson avaliaram o aumento da incidência de EFP na Escócia e encontraram uma correlação com o aumento da prevalência da obesidade (58). Os mesmos achados foram mostrados por Benson et al. em 2008, quando reavaliaram a sua população no Novo México (56). Neste país, a taxa de incidência nacional de EFP era de 10,8 por cada 100.000 crianças. Verificou-se que adolescentes com EFP têm maior incidência de obesidade do que a população geral da mesma idade (59) e que o aumento da obesidade nas crianças, além da melhoria no acesso a ortopedistas pediátricos e a maior precisão no diagnóstico, podem ter contribuído para um aumento significativo no número de diagnósticos de EFP (56).

Bhatia et al afirmou que o aumento do IMC está relacionado com a EFP, mas Song et al não encontrou nenhuma diferença significativa entre IMC de pacientes com envolvimento unilateral e aqueles com envolvimento bilateral (59, 60). Manoff et al. comparou 106 pacientes diagnosticados com EFP e descobriu que 81,1% das crianças com diagnóstico de EFP eram obesas (com IMC no percentil 95) (61).

Embora o excesso de peso corporal e a elevação do IMC em adolescentes possam estar fortemente associados com a ocorrência de EFP, não está claro se a redução da anteversão femoral observada nas crianças obesas representa um atraso no desenvolvimento ontogênico normal ou uma mudança patológica induzida pela obesidade (28).

Pritchett et al. propôs que a combinação da redução da anteversão femoral e o aumento de peso associado com obesidade induz uma força de cisalhamento suficiente para ultrapassar a resistência da placa de crescimento (62).

O deslizamento da epífise e algumas das complicações associadas incluindo necrose avascular e condrólise poderão causar limitação do movimento, dor e artrose precoce.

Doença de Blount

A doença de Blount é um distúrbio esquelético que atinge o lado medial da epífise tibial proximal, causando uma deformidade tridimensional não fisiológica em varo da tíbia (31). Esta deformação é caracterizada por desenvolvimento de pernas arqueadas e torção tibial medial e pode ser difícil de identificar, principalmente quando se trata de crianças com menos de 2 anos de idade (6). Existem duas formas de Doença de Blount, a infantil e a adolescente (31). Relativamente à primeira, afeta crianças com idades entre um e três anos de idade e verifica-se um atingimento bilateralmente em 60 a 80% dos casos. Já a Doença de Blount do adolescente, menos comum, tem sido associada ao trauma oculto, à infecção e à doença infantil lentamente progressiva que não se torna aparente até a adolescência (31).

Esta doença tem sido associada ao excesso de peso e à obesidade na infância, subpopulação onde a prevalência da doença é maior (31, 63). Sabharwal S. verificou também uma forte associação entre a magnitude da deformidade e o excesso de peso (64). Constatou-se que, tanto uma

deformidade de 10° em varo como uma compressão sustentada na epífise proximal tibial medial (65) em crianças obesas, podem levar a diminuição do crescimento e a alterações estruturais do joelho(65). Apesar da casualidade da obesidade na gênese da doença, é pouco provável que esta seja a única causa que despoleta a deformidade (6).

Esta doença pode ser facilmente diferenciada da curvatura fisiológica da perna pois nesta última a deformidade em varo resolve-se espontaneamente com o crescimento da criança. Outra forma de as diferenciar é através das estruturas envolvidas. Assim, a Doença de Blount envolve apenas a tíbia ao passo que na curvatura fisiológica da perna a tíbia e o fêmur apresentam ambos uma curvatura em arco (31).

Complicações per e pós-operatórias

Verificou-se, nos indivíduos obesos, um aumento da incidência de complicações da via aérea, de obstrução das vias aéreas superiores e de estadias mais longas na unidade de recuperação pós-anestésica (49), bem como um maior consumo de antieméticos no pós-operatório (66). Para além destas complicações operatórias, a obesidade também aumenta a probabilidade de complicações pós-operatórias (46, 49) incluindo úlceras de decúbito, trombose venosa profunda (46, 67), refratura, infecção e deiscência da ferida cirúrgica após correção de fraturas. Existem determinadas situações que os procedimentos cirúrgicos exigem técnicas cirúrgicas específicas para a obesidade (68). Sendo a obesidade um fator de risco para complicações, essas pessoas vão ter maior morbidade hospitalar durante os seus episódios de internamento(46, 49).

Discussão

Verificou-se que as implicações ortopédicas se podem dividir em dois grupos:

- complicações minor, de significado desconhecido.
- complicações major como fraturas, EFP e Doença de Blount.

Conclusão

A obesidade constitui um grave problema de saúde e exerce um forte impacto negativo no desenvolvimento do sistema músculo-esquelético da criança. Mesmo sendo uma doença crónica, geralmente só ganha importância quando associada a uma comorbilidade (69). Apesar da escassez de estudos sobre esta temática, dados recentes sugerem que a obesidade afeta o sistema locomotor da criança tanto a nível funcional como estrutural. Embora haja dados indiretos de que o alinhamento e a estrutura da anca, joelhos e pés possam ser influenciados pelo sobrepeso e obesidade em crianças, o impacto de tais mudanças na função músculo-esquelética e da sua progressão na idade adulta é ainda mal compreendido. À medida que a epidemia de obesidade cresce, serão necessários estudos mais recentes e aprofundados de forma a compreender o real impacto da obesidade sobre o sistema músculo-esquelético em crescimento (6).

Apesar das imensas implicações ortopédicas da obesidade, há algumas que são consequências ortopédicas exclusivas das crianças, nomeadamente a EFP e Doença de Blount (70).

É necessário continuar a realizar esforços a fim de aumentar a conscientização sobre esta epidemia na população pediátrica de modo que a intervenção precoce possa ser instituída e os pacientes e suas famílias possam ser devidamente orientados (71).

Os altos níveis de gordura corporal que se verificam nos obesos traduzem-se numa maior sobrecarga do sistema músculo-esquelético, podendo produzir alterações anatómicas e por sua vez conduzir à dor e ao desconforto. Como consequência de toda esta série de acontecimentos, os indivíduos obesos estão menos propensos para a atividade física, reduzindo ainda mais o seu desempenho funcional (28, 72) e acabando por ganhar peso. A manutenção da obesidade para a idade adulta levará a grandes consequências ortopédicas, sendo a artrose a mais prevalente (70). Apesar de ser recomendado a todos os jovens e adolescentes a realização de exercício físico moderado a vigoroso pelo menos 3 dias por semana (9), os profissionais de saúde devem apelar às crianças obesas a realização de caminhada em cadência natural, pois este é o

exercício físico mais adequado, acoplado uma alimentação saudável (11, 70). A realização de tentativas mal sucedidas no combate à obesidade pode levar os profissionais de saúde a propor outras opções terapêuticas, nomeadamente a referência para consulta de obesidade pediátrica (69) e, em casos extremos, a recomendação de intervenção cirúrgica (5).

Bibliografia

1. Gettys FK, Jackson JB, Frick SL. Obesity in pediatric orthopaedics. The Orthopedic clinics of North America. 2011;42(1):95-105, vii.
2. Barlow SE. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. Pediatrics. 2007;120 Suppl 4:S164-92.
3. Hedley AA, Ogden CL, Johnson CL, Carroll MD, Curtin LR, Flegal KM. Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents, and adults, 1999-2002. JAMA : the journal of the American Medical Association. 2004;291(23):2847-50.
4. Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999-2010. JAMA : the journal of the American Medical Association. 2012;307(5):483-90.
5. Raj M, Kumar RK. Obesity in children & adolescents. The Indian journal of medical research. 2010;132:598-607.
6. Chan G, Chen CT. Musculoskeletal effects of obesity. Current opinion in pediatrics. 2009;21(1):65-70.
7. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. JAMA : the journal of the American Medical Association. 2006;295(13):1549-55.
8. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, Lamb MM, Flegal KM. Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007-2008. JAMA : the journal of the American Medical Association. 2010;303(3):242-9.
9. Nettle H, Sprogis E. Pediatric exercise: truth and/or consequences. Sports medicine and arthroscopy review. 2011;19(1):75-80.
10. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. The Journal of pediatrics. 2005;146(6):732-7.
11. Lifshitz F. Obesity in children. Journal of clinical research in pediatric endocrinology. 2008;1(2):53-60.

12. Padez C, Mourao I, Moreira P, Rosado V. Prevalence and risk factors for overweight and obesity in Portuguese children. *Acta paediatrica* (Oslo, Norway : 1992). 2005;94(11):1550-7.
13. Troiano RP, Flegal KM, Kuczmarski RJ, Campbell SM, Johnson CL. Overweight prevalence and trends for children and adolescents. The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1963 to 1991. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 1995;149(10):1085-91.
14. Taylor ED, Theim KR, Mirch MC, Ghorbani S, Tanofsky-Kraff M, Adler-Wailes DC, et al. Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics*. 2006;117(6):2167-74.
15. Wang G, Dietz WH. Economic burden of obesity in youths aged 6 to 17 years: 1979-1999. *Pediatrics*. 2002;109(5):E81-1.
16. Olshansky SJ, Passaro DJ, Hershow RC, Layden J, Carnes BA, Brody J, et al. A potential decline in life expectancy in the United States in the 21st century. *The New England journal of medicine*. 2005;352(11):1138-45.
17. Daniels SR. The consequences of childhood overweight and obesity. *The Future of children* / Center for the Future of Children, the David and Lucile Packard Foundation. 2006;16(1):47-67.
18. Schuster DP. Changes in physiology with increasing fat mass. *Seminars in pediatric surgery*. 2009;18(3):126-35.
19. Visscher TL, Seidell JC. The public health impact of obesity. *Annual review of public health*. 2001;22:355-75.
20. He XZ, Baker DW. Body mass index, physical activity, and the risk of decline in overall health and physical functioning in late middle age. *American journal of public health*. 2004;94(9):1567-73.
21. Morris CD, Sepkowitz K, Fonshell C, Margetson N, Eagan J, Miransky J, et al. Prospective identification of risk factors for wound infection after lower extremity oncologic surgery. *Annals of surgical oncology*. 2003;10(7):778-82.
22. Riddiford-Harland DL, Steele JR, Baur LA. Upper and lower limb functionality: are these compromised in obese children? *International journal of pediatric obesity : IJPO : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2006;1(1):42-9.

23. Duche P, Ducher G, Lazzer S, Dore E, Tailhardat M, Bedu M. Peak power in obese and nonobese adolescents: effects of gender and braking force. *Medicine and science in sports and exercise*. 2002;34(12):2072-8.
24. Haerens L, Deforche B, Maes L, Cardon G, De Bourdeaudhuij I. Physical activity and endurance in normal weight versus overweight boys and girls. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2007;47(3):344-50.
25. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Piggot JM, Taylor D. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait & posture*. 2003;17(2):136-41.
26. D'Hondt E, Deforche B, De Bourdeaudhuij I, Lenoir M. Childhood obesity affects fine motor skill performance under different postural constraints. *Neuroscience letters*. 2008;440(1):72-5.
27. Bernard PL, Geraci M, Hue O, Amato M, Seynnes O, Lantieri D. [Influence of obesity on postural capacities of teenagers. Preliminary study]. *Annales de readaptation et de medecine physique : revue scientifique de la Societe francaise de reeducation fonctionnelle de readaptation et de medecine physique*. 2003;46(4):184-90.
28. Wearing SC, Hennig EM, Byrne NM, Steele JR, Hills AP. The impact of childhood obesity on musculoskeletal form. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2006;7(2):209-18.
29. de Sa Pinto AL, de Barros Holanda PM, Radu AS, Villares SM, Lima FR. Musculoskeletal findings in obese children. *Journal of paediatrics and child health*. 2006;42(6):341-4.
30. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(4):484-9.
31. Davids JR, Huskamp M, Bagley AM. A dynamic biomechanical analysis of the etiology of adolescent tibia vara. *Journal of pediatric orthopedics*. 1996;16(4):461-8.
32. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Can static plantar pressures of prepubertal children be predicted by inked footprints? *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2004;94(5):429-33.

33. Mundermann A, Stefanyshyn DJ, Nigg BM. Relationship between footwear comfort of shoe inserts and anthropometric and sensory factors. *Medicine and science in sports and exercise*. 2001;33(11):1939-45.
34. Felson DT, Anderson JJ, Naimark A, Walker AM, Meenan RF. Obesity and knee osteoarthritis. The Framingham Study. *Annals of internal medicine*. 1988;109(1):18-24.
35. Calza S, Decarli A, Ferraroni M. Obesity and prevalence of chronic diseases in the 1999-2000 Italian National Health Survey. *BMC public health*. 2008;8:140.
36. Grotle M, Hagen KB, Natvig B, Dahl FA, Kvien TK. Obesity and osteoarthritis in knee, hip and/or hand: an epidemiological study in the general population with 10 years follow-up. *BMC musculoskeletal disorders*. 2008;9:132.
37. Reijman M, Pols HA, Bergink AP, Hazes JM, Belo JN, Lieveense AM, et al. Body mass index associated with onset and progression of osteoarthritis of the knee but not of the hip: the Rotterdam Study. *Annals of the rheumatic diseases*. 2007;66(2):158-62.
38. Harms S, Larson R, Sahmoun AE, Beal JR. Obesity increases the likelihood of total joint replacement surgery among younger adults. *International orthopaedics*. 2007;31(1):23-6.
39. Bazelmans C, Coppieters Y, Godin I, Parent F, Berghmans L, Dramaix M, et al. Is obesity associated with injuries among young people? *European journal of epidemiology*. 2004;19(11):1037-42.
40. Wills M. Orthopedic complications of childhood obesity. *Pediatric physical therapy : the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*. 2004;16(4):230-5.
41. Jones IE, Williams SM, Goulding A. Associations of birth weight and length, childhood size, and smoking with bone fractures during growth: evidence from a birth cohort study. *American journal of epidemiology*. 2004;159(4):343-50.
42. Kato I, Toniolo P, Zeleniuch-Jacquotte A, Shore RE, Koenig KL, Akhmedkhanov A, et al. Diet, smoking and anthropometric indices and postmenopausal bone fractures: a prospective study. *International journal of epidemiology*. 2000;29(1):85-92.

43. Davidson PL, Goulding A, Chalmers DJ. Biomechanical analysis of arm fracture in obese boys. *Journal of paediatrics and child health*. 2003;39(9):657-64.
44. Leonard MB, Shults J, Wilson BA, Tershakovec AM, Zemel BS. Obesity during childhood and adolescence augments bone mass and bone dimensions. *The American journal of clinical nutrition*. 2004;80(2):514-23.
45. Pomerantz WJ, Timm NL, Gittelman MA. Injury patterns in obese versus nonobese children presenting to a pediatric emergency department. *Pediatrics*. 2010;125(4):681-5.
46. Rana AR, Michalsky MP, Teich S, Groner JI, Caniano DA, Schuster DP. Childhood obesity: a risk factor for injuries observed at a level-1 trauma center. *Journal of pediatric surgery*. 2009;44(8):1601-5.
47. Haricharan RN, Griffin RL, Barnhart DC, Harmon CM, McGwin G. Injury patterns among obese children involved in motor vehicle collisions. *Journal of pediatric surgery*. 2009;44(6):1218-22; discussion 22.
48. Zonfrillo MR, Nelson KA, Durbin DR, Kallan MJ. The association of weight percentile and motor vehicle crash injury among 3 to 8 year old children. *Annals of advances in automotive medicine / Annual Scientific Conference Association for the Advancement of Automotive Medicine Association for the Advancement of Automotive Medicine Scientific Conference*. 2010;54:193-9.
49. Brown CV, Neville AL, Salim A, Rhee P, Cologne K, Demetriades D. The impact of obesity on severely injured children and adolescents. *Journal of pediatric surgery*. 2006;41(1):88-91; discussion 88-91.
50. Fornari ED, Suszter M, Roocroft J, Bastrom T, Edmonds EW, Schlechter J. Childhood obesity as a risk factor for lateral condyle fractures over supracondylar humerus fractures. *Clinical orthopaedics and related research*. 2013;471(4):1193-8.
51. Stovitz SD, Pardee PE, Vazquez G, Duval S, Schwimmer JB. Musculoskeletal pain in obese children and adolescents. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*. 2008;97(4):489-93.
52. Salminen JJ, Erkontalo M, Laine M, Pentti J. Low back pain in the young. A prospective three-year follow-up study of subjects with and without low back pain. *Spine*. 1995;20(19):2101-7; discussion 8.

53. Malleson P, Clinch J. Pain syndromes in children. *Current opinion in rheumatology*. 2003;15(5):572-80.
54. Leboeuf-Yde C. Body weight and low back pain. A systematic literature review of 56 journal articles reporting on 65 epidemiologic studies. *Spine*. 2000;25(2):226-37.
55. Goulding A, Taylor RW, Jones IE, Manning PJ, Williams SM. Spinal overload: a concern for obese children and adolescents? *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2002;13(10):835-40.
56. Benson EC, Miller M, Bosch P, Szalay EA. A new look at the incidence of slipped capital femoral epiphysis in new Mexico. *Journal of pediatric orthopedics*. 2008;28(5):529-33.
57. Lim YJ, Kagda F, Lam KS, Hui JH, Lim KB, Mahadev A, et al. Demographics and clinical presentation of slipped capital femoral epiphysis in Singapore: comparing the East with the West. *Journal of pediatric orthopedics Part B*. 2008;17(6):289-92.
58. Murray AW, Wilson NI. Changing incidence of slipped capital femoral epiphysis: a relationship with obesity? *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2008;90(1):92-4.
59. Song KS, Oh CW, Lee HJ, Kim SD. Epidemiology and demographics of slipped capital femoral epiphysis in Korea: a multicenter study by the Korean Pediatric Orthopedic Society. *Journal of pediatric orthopedics*. 2009;29(7):683-6.
60. Bhatia NN, Pirpiris M, Otsuka NY. Body mass index in patients with slipped capital femoral epiphysis. *Journal of pediatric orthopedics*. 2006;26(2):197-9.
61. Manoff EM, Banffy MB, Winell JJ. Relationship between Body Mass Index and slipped capital femoral epiphysis. *Journal of pediatric orthopedics*. 2005;25(6):744-6.
62. Pritchett JW, Perdue KD. Mechanical factors in slipped capital femoral epiphysis. *Journal of pediatric orthopedics*. 1988;8(4):385-8.

63. Scott AC, Kelly CH, Sullivan E. Body mass index as a prognostic factor in development of infantile Blount disease. *Journal of pediatric orthopedics*. 2007;27(8):921-5.
64. Sabharwal S, Zhao C, McClemens E. Correlation of body mass index and radiographic deformities in children with Blount disease. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2007;89(6):1275-83.
65. Stokes IA, Gwadera J, Dimock A, Farnum CE, Aronsson DD. Modulation of vertebral and tibial growth by compression loading: diurnal versus full-time loading. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*. 2005;23(1):188-95.
66. Nafiu OO, Reynolds PI, Bamgbade OA, Tremper KK, Welch K, Kasa-Vubu JZ. Childhood body mass index and perioperative complications. *Paediatric anaesthesia*. 2007;17(5):426-30.
67. Weiss JM, Choi P, Ghatan C, Skaggs DL, Kay RM. Complications with flexible nailing of femur fractures more than double with child obesity and weight >50 kg. *Journal of children's orthopaedics*. 2009;3(1):53-8.
68. Backstrom IC, MacLennan PA, Sawyer JR, Creek AT, Rue LW, 3rd, Gilbert SR. Pediatric obesity and traumatic lower-extremity long-bone fracture outcomes. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2012;73(4):966-71.
69. Silva F, Ferreira E, Goncalves R, Cavaco A. [Pediatric obesity: the reality of one consultation]. *Acta medica portuguesa*. 2012;25(2):91-6.
70. Nantel J, Brochu M, Prince F. Locomotor strategies in obese and non-obese children. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2006;14(10):1789-94.
71. Setayeshgar S, Whiting SJ, Vatanparast H. Metabolic syndrome in canadian adults and adolescents: prevalence and associated dietary intake. *ISRN obesity*. 2012;2012:816846.
72. Nantel J, Mathieu ME, Prince F. Physical activity and obesity: biomechanical and physiological key concepts. *Journal of obesity*. 2011;2011:650230.